

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭58—39080

⑪ Int. Cl.³
H 01 L 33/00

識別記号

庁内整理番号
6931—5F

⑬ 公開 昭和58年(1983)3月7日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑭ 発光ダイオード

⑯ 特 願 昭56—138968

⑰ 出 願 昭56(1981)9月2日

⑱ 発 明 者 堀内茂樹

伊丹市瑞原4丁目1番地三菱電
機株式会社エル・エス・アイ研
究所内

⑲ 発 明 者 大滝要

伊丹市瑞原4丁目1番地三菱電
機株式会社エル・エス・アイ研
究所内

⑳ 発 明 者 山中憲一

伊丹市瑞原4丁目1番地三菱電
機株式会社エル・エス・アイ研
究所内

㉑ 発 明 者 高宮三郎

伊丹市瑞原4丁目1番地三菱電
機株式会社エル・エス・アイ研
究所内

㉒ 出 願 人 三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目2
番3号

㉓ 代 理 人 弁理士 葛野信一 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

発光ダイオード

2. 特許請求の範囲

(1) 同一チップ上に電気的に独立でない複数の発光部を有し、上記各発光部上に、発光波長に対して透明な物質からなる球状形成体を、発光波長に対して透明な接着媒質にてそれぞれ接着固定したことを特徴とする発光ダイオード。

(2) 各発光部は、隣合う他の発光部との間隔が、その上に接着固定された球状形成体の直径の2倍以下で、互いの球状形成体が接する以上の間隔で配置されていることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の発光ダイオード。

(3) 複数の発光部がそれぞれ凹部を有し、この凹部に内接する球の直径以上の直径を持つ球状形成体が嵌合、接着固定されていることを特徴とする特許請求範囲第1項または第2項記載の発光ダイオード。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、高出力、高放射輝度を有し、光ファイバと高効率の結合が可能な発光ダイオードの構造に関するものである。

高放射輝度の発光ダイオードとしては従来より種々の構造のものが工夫されてきているが、その中でも球レンズを発光部に取付けた発光ダイオード(以下LEDと略す)はIEEE, Transactions on Electron Devices, vol. ED-24, No. 7, P. 986~990, 1977に詳述されているように、光ファイバと理論限界に近い高効率の結合が得られる優れた特性を備えている。

第1図は、本発明の基礎となつた、従来の球レンズ付LEDの基本的な構造を示す断面図で、図中、(1)はN形GaAs基板、(2)、(3)、(4)および(5)はそれぞれN形GaAs基板(1)の主面上に液相成長法に依つて順次成長されたN形AlGaAs層、P形GaAs発光層、P形AlGaAs層およびN形AlGaAs層である。(6)は選択エッチングにより形成された円形の凹部である。図中点を打つた領域(7)は、円形凹部(6)形成後表面よりSnを拡散して形成したP

形領域で、凹部(6)の下ではP形AlGaAs層(4)に達している。(8)は円形凹部(6)に嵌合された球レンズで、発光波長に対して透明な物質で構成されている。この球レンズ(8)は、発光波長に対して透明な接着媒質、例えばエポキシ樹脂(9)により接着固定されている。(10)、(11)はそれぞれP形領域(7)、N形GaAs基板(1)に設けられたP側ならびにN側電極で、P側電極(10)は光を取り出すために円形凹部(6)の上の部分が円形に取り除かれている。この構造において、P側電極(10)とN側電極(11)の間にP側をプラス側として電圧を印加すると、流れる電流は、円形凹部(6)の下でP形領域(7)がP形AlGaAs層(4)に達している円形の部分に集中し、その下に当たるP形GaAs発光層(3)の円形の部分で発光する。この発光層(3)からの光は、AlGaAsがGaAsより禁制帯幅が広いため、吸収を受けずにP側電極(10)の取除かれている円形部分から出射され、接着固定されている球レンズ(8)により狭い半値角を持つ指向特性の良い光束に変換される。出射光束の指向性が良くなるために、光ファイバ

と理論限界に近い高効率の結合が可能となる。この従来の構造で、高効率の結合を実現するには、球レンズ(8)の直径 D_L は、結合すべき光ファイバのコア径 D_F と同程度に選ぶ必要があり、又、円形凹部(6)の直径で決められる発光径 D_E は、球レンズを用いることによる結合効率の増加率が D_F^2/D_E^2 に原理的には比例することから小さい方が有利であるが、余り小さいと動作電流密度が高くなるため、充分な出射光量を得る前に出力飽和を示すようになる。そのため、通常は球レンズ径 D_L の $1/2 \sim 1/4$ 程度の値に設計される。光ファイバ通信に用いられる光ファイバは通常コア径 D_F が $150\mu\text{m}$ 以下であり、この種の光ファイバに対して発光径 D_E は $30 \sim 40\mu\text{m}$ 程度が妥当となる。しかしながら、近年光ファイバ^{製造}技術の進歩により、コア径 D_F が $200\mu\text{m}$ 以上の大口径で、低損失の光ファイバが得られるようになり、このような大口径光ファイバを用いて大光量を伝送する光伝送システムの応用が検討されるようになってきた。しかし、従来構造のLEDは、このような大口径光ファイバ用と

しては光ファイバのコア面積の増加率に対応した結合光量を得ることができない欠点がある。すなわち、単に発光径 D_E と球レンズ径 D_L を光ファイバコア径に合わせて増加させても、従来構造では、発光部の周辺長が発光径の1乗に比例してしか増加しないため、直列抵抗、熱抵抗とも発光径のほぼ1乗に比例してしか減少しない。そのため、光出力の飽和する電流値も発光径の1乗に比例し、光ファイバのコア面積が n^2 倍になつても、光出力の飽和に制限されて、光ファイバへの結合光量は n 倍程度に抑えられてしまう。第2図は発光径 $35\mu\text{m}$ と発光径 $100\mu\text{m}$ の従来構造のLEDの光出力-電流特性を比較して示したものであり、Aは発光径が $100\mu\text{m}$ の場合、Bは $35\mu\text{m}$ の場合を示す。発光部面積が約9倍になつているにもかかわらず、発光径 $100\mu\text{m}$ のLEDの光出力の飽和する電流値は、発光径 $35\mu\text{m}$ のLEDの3倍程度にしか増加していないことがわかる。

本発明は、同一チップ上に電氣的に独立でない複数個の発光部を、その上に取り付け球レンズ

が互いに接する以上の間隔で高密度に配置することにより、上記従来のものの欠点を除去しようとするものである。以下、図面を用いて本発明によるLEDを詳細に説明する。

第3図は、本発明によるLEDの一実施例を示し、第1図と同一部分は同一記号を用いてその詳細説明を省略してある。同図において、N形GaAs基板(1)の上にN形AlGaAs層(2)、P形GaAs発光層(3)、P形AlGaAs層(4)、N形AlGaAs層(5)が順次成長されていることは第1図と同様である。ついで、図に示すように、取付ける球レンズが互いに接する以上の間隔で、かつ球レンズを最も高密度に配列するように、選択エッチングにより七つの円形凹部(61)~(67)が形成されている。断面図中で点を打つた領域(7)は、円形凹部(61)~(67)形成後表面よりZnを拡散して形成したP形領域で、各凹部(61)~(67)の下ではP形AlGaAs層(4)に達している。(81)~(87)は各円形凹部(61)~(67)にそれぞれ嵌合された球レンズで、それぞれ透明なエポキシ樹脂(9)により接着固定されている。

(10)および(11)は第1図と同様それぞれP側およびN側電極で、P側電極(10)は、各円形凹部(61)~(67)に対応して光を取り出す七つの円形の部分を取り除かれている。この構造においても、P側電極(10)とN側電極(11)の間にP側をプラス側として電圧を印加すると、電流は各円形凹部(61)~(67)の下に集中し、対応するP形GaAs発光層(3)の七つの分離した円形部分にて同時に発光する。発光はP側電極(10)の七つの円形の窓から取り出され、従来構造と同様にその上の球レンズにより指向性の良い光束として出射される。この実施例においては、七つの発光部と同じ直径の一つの発光部を有する従来構造のLEDと比べて、実効的な発光部面積は7倍になるにもかかわらず、発光部の周辺長も7倍となる上に各発光部が離れているために、直列抵抗、熱抵抗が約1/7に低下する。そのため、光出力の飽和を起こす電流値も7倍程度増加することになり、従来構造で発光径を3倍にした時よりも2倍程度高い出力を得ることができ、第4図はこの効果を示すために、発光径100

μm で300 μm の直径の球レンズを有する従来構造のLED(A)と各発光径が35 μm で七つの100 μm の直径の球レンズを有する本実施例の構造のLED(B)の光出力-電流特性を比較したものである。図から明らかなように、本実施例の構造の方が実効発光部面積が従来構造のLEDに比べて10%以上小さいにもかかわらず、光出力の飽和する電流値が2倍以上高くなった。一方、出射光の指向性は球レンズ径と発光径の比がほとんど同じであるため両者に差はなく、円形光源としての有効直径も両者とも300 μm と同じであり、コア径300 μm の光ファイバへの結合光量の光出力飽和による上限値も、本実施例の構造のLEDにおいて従来構造の2倍以上の値が得られた。

以上、本発明の効果をもつ七つの発光部を最も高密度に配置した例につき説明したが、本発明の効果は発光部を高密度配置することによってあり、先の実施例でも発光部の間隔をその上に接着固定される球レンズの直径の2倍以上に離してしまうと、光ファイバへの結合光量に関しては、従来構造

のLEDと比べて有意な差はなくなる。

この発明の他の実施例を第5図に示す。図中、(6)および(8)は円形凹部(発光部)と球レンズを示している。(a)と(c)は同一径の球レンズと発光部を組合わせた例であるが、(b)と(d)は直径の異なる球レンズと発光部を組合わせた例である。この様な実施例は、発光部の数、配列の組合わせた無数に考えられる。又、第3図、第5図の実施例では最も高密度な配列を取っているが、球レンズ間に多少の間隔が有る場合でも、発明の効果は多少減じるが従来構造と比べて大きな光ファイバへの結合光量が得られることは今までの説明から明らかである。

本発明によるLEDは、高出力と高放射輝度を合わせ持つているため、大口径光ファイバ用の光源としてだけでなく、空間伝送光通信、光波測距装置等の用途の光源としても有用である。

以上、本発明によるLEDは、実効的な光源としての直径が同じ第1図に示した従来構造のLEDと比べて、直列抵抗、熱抵抗が低くなり、光出

力の飽和する電流値が上昇するため、より高い光出力、放射輝度を得ることができ、光ファイバへの結合光量を大幅に増加させることができる。又、同じ動作電流レベルで動作させても、熱抵抗が低いために接合温度上昇が低く、従来構造に比べて長寿命が得られるうえに、光出力-電流特性の直線性も広い範囲で良好になる効果を有する。

なお、第3図の実施例においては、GaAs-AlGaAs系材料を用いたダブルヘテロ接合形の場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えばInGaAsP-InP系等の他の材料を用いた場合、ならびにシングルヘテロ接合形の場合に適用しても同様の効果が得られることは明らかである。

4. 図面の簡単な説明

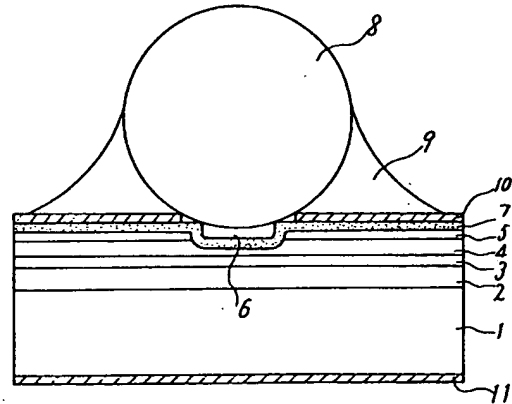
第1図は本発明の基礎となつた従来構造のLEDの断面図、第2図は従来構造で発光径の異なるLEDの光出力-電流特性を示す図、第3図は本発明によるLEDの一実施例を示し、(a)は上面図、(b)は断面図である。第4図は光源として同一の実

効直径ならびに指向特性を持つ従来構造のLEDと本発明の一実施例のLEDの光出力-電流特性を示す図、第5図はこの発明の他の実施例を示す上面図である。

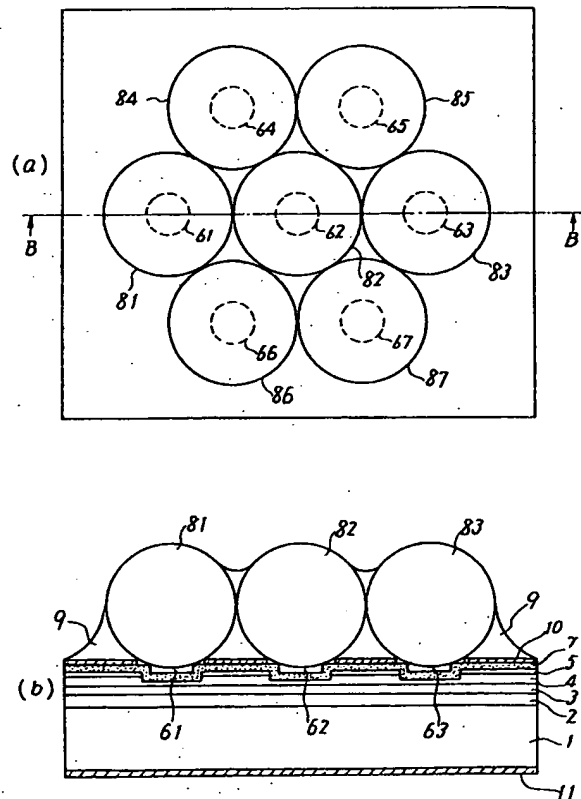
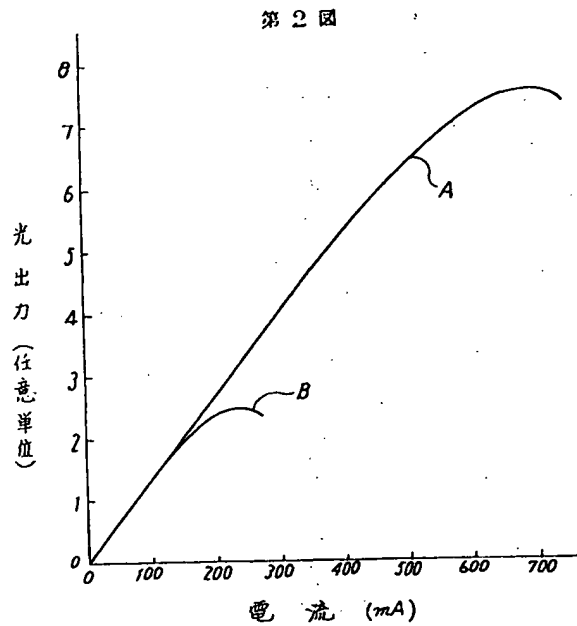
(1) … N形GaAs基板、(2) … N形AlGaAs層、(3) … P形GaAs発光層、(4) … P形AlGaAs層、(5) … N形AlGaAs層、(6) … 円形凹部(発光部)、(7) … P形領域、(8) … 球レンズ、(9) … 透明樹脂、(10) … P側電極、(11) … N側電極、(61)~(67) … 円形凹部、(81)~(87) … 球レンズ

代理人 葛野 信一

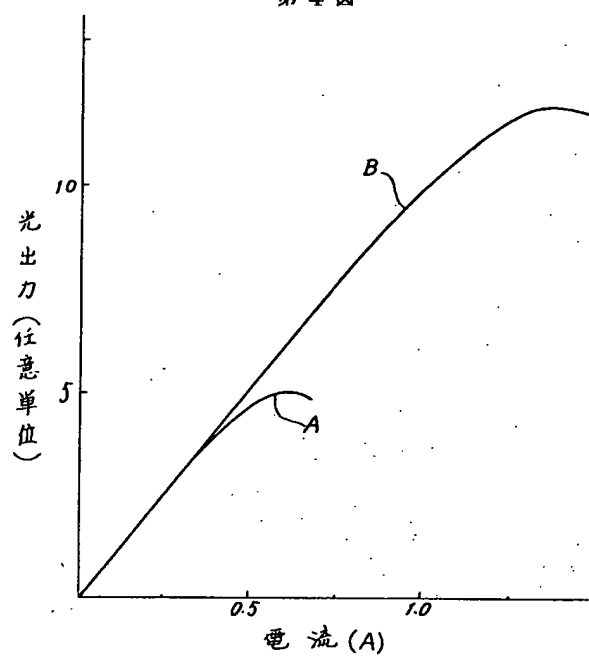
第1図



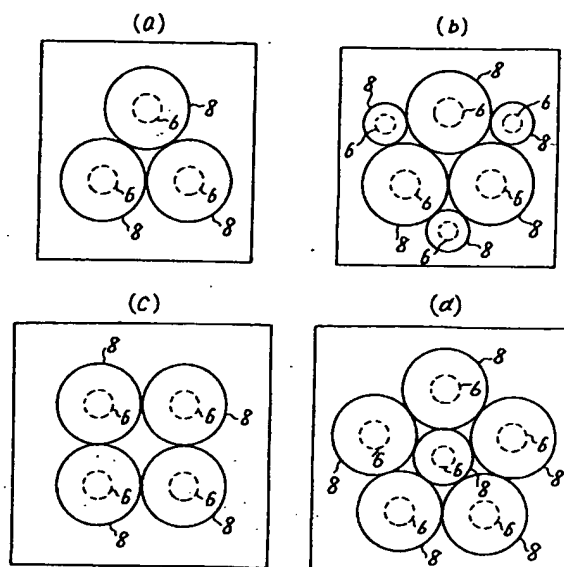
第3図



第4図



第5図



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 58-039080

(43)Date of publication of application : 07.03.1983

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number : 56-138968

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 02.09.1981

(72)Inventor : HORIUCHI SHIGEKI

OTAKI KANAME

YAMANAKA KENICHI

TAKAMIYA SABURO

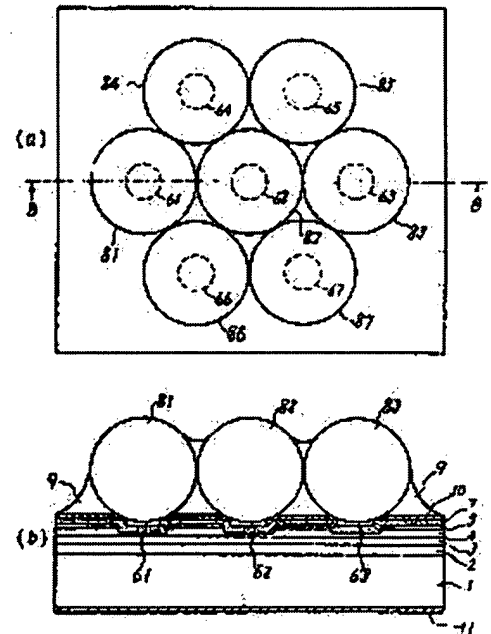
(54) LIGHT EMITTING DIODE

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a light emitting diode which is largely increased in the light coupling amount to an optical fiber with high light power and emitting intensity by disposing a plurality of light emitting units which are not electrically independent on the same chip in high density at an interval longer than the relation that spherical lenses mounted thereon are contacted each other.

CONSTITUTION: An N type AlGaAs layer 2, a P type GaAs light emitting layer 3, a P type AlGaAs layer 4 and an N type AlGaAs layer 5 are sequentially grown on an N type GaAs substrate. A P type region 7 is diffused with Zn from the surface after forming circular recesses 61~67. Spherical lenses 81~87 engaged with the recesses 61~67 are bonded fixedly via transparent epoxy resin 9. When a voltage is applied between a

P-side electrode 10 and an N-side electrode 11 with the P side as positive, a current is concentrated under the recesses 61~67, thereby simultaneously emitting lights from the circular parts isolated in seven from the layer 3. The emitted lights are produced from the seven circular windows, and are emitted as luminous flux having good directivity via the spherical lenses.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]